ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU LUNDI 8 AVRIL 1940.

PRÉSIDENCE DE M. GEORGES PERRIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie le décès de M. **Giuseppe Sanarelli**, Correspondant pour la Section de Médecine et Chirurgie depuis 1934.

BIOCHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la constitution du* dextrane.
Note de MM. **Henri Colin** et **Henri Belval**.

Nombre de microorganismes élaborent, aux dépens du saccharose, un glucide très particulier, fortement dextrogyre, transformé par hydrolyse en glucose exclusivement, et désigné, pour ces raisons, sous le nom de *dextrane*. C'est lui, la plupart du temps, qui est responsable de la viscosité des milieux sucrés, pulpes ou sirops, atteints de *gommose*, qu'ils proviennent de la Canne ou de la Betterave. C'est lui encore qui, à un plus haut degré de condensation, forme les zooglées hyalines et cartilagineuses du *Leuconostoc mesenteroïdes* Van Tieghem, vulgairement appelé frai de grenouille.

Les organismes producteurs de dextrane figurent parmi les ferments hétérolactiques. Ils ont une affinité indiscutable pour la Betterave et les produits de sucrerie, d'où leur nom générique de *Betacoccus* dans la classification de Orla-Jensen [1]. Toutefois la plupart des pulpes végétales abandonnées à l'air s'échauffent et deviennent visqueuses, surtout lorsqu'elles sont dénaturées par la cuisson ou la congélation.

---

[1] *Mém. Ac. Roy. Danemark*, 1919, *Sc.*, 8e série, p. 81.

Quelle que soit l'origine du dextrane et son degré de condensation, il possède, comme l'amidon et le glycogène, un pouvoir rotatoire élevé, + 200-220, mais l'iode ne lui confère aucune coloration. Il reste en solution sursaturée dans les milieux complexes où il s'est accumulé petit à petit, mais une fois précipité il se remet difficilement en solution, même dans l'eau bouillante.

Nous n'avons pas réussi jusqu'alors à déceler le maltose dans les produits de dégradation du dextrane. Partant du *Leuconostoc*, qui, à l'état sec, en renferme jusqu'à 90 % contre 1,5 de cendres et 3,5 de matières azotées, nous l'avons soumis tout d'abord à des lavages répétés à l'eau bouillante au cours desquels une partie, 10 % environ, du dextrane s'est dissoute avec les impuretés. L'hydrolyse du produit ainsi purifié a été effectuée par l'acide sulfurique, la vapeur d'eau sous pression et l'anhydride acétique.

L'acide sulfurique étendu ($1^g,7$ %), après 5 minutes d'ébullition, transforme le *Leuconostoc* en une liqueur opalescente et légèrement réductrice. L'affusion d'alcool y provoque la formation d'un précipité blanc, pâteux qui, une fois desséché, ne se laisse plus remettre en solution. L'analyse montre qu'il ne s'agit que du dextrane quelque peu dépolymérisé. Le sucre réducteur resté dans la liqueur est du glucose. Si l'on prolonge l'hydrolyse pendant un quart d'heure, plus du tiers du produit initial est converti en glucose, et le précipité formé par addition d'alcool est très facilement soluble, même après dessiccation. On peut obtenir de la sorte, en variant les conditions, toute une gamme d'intermédiaires qui sont au dextrane ce que les dextrines sont à l'amidon.

La saccharification à la vapeur d'eau a été effectuée à diverses pressions, avec la fécule comme terme de comparaison, sur le *Leuconostoc* lavé et sec, ne cédant plus rien à l'eau bouillante. A 8^{kg}, au bout d'une heure, 50 % du produit sont passés en solution, sur lesquels 4,5 % à l'état de sucre réducteur; une demi-heure plus tard la liquéfaction est totale, le quart du dextrane est saccharifié, plus de la moitié après deux heures. La liqueur est brune, mais beaucoup moins foncée que dans le cas de l'amidon. Additionnée d'alcool fort elle laisse déposer, après concentration, des hexosanes de moins en moins condensés, amorphes, non colorables par l'iode et de pouvoir rotatoire élevé. La totalité du sucre réducteur est du glucose. La vitesse d'hydrolyse et les variations de la rotation polarimétrique sont à peu près les mêmes que pour l'amidon.

L'acétolyse ne nous a rien donné d'autre; dans les conditions où l'on a

si facilement le cellobiose à partir de la cellulose (anhydride acétique 40^{cm^3}, acide sulfurique concentré $5^{cm^3},2$, dextrane pulvérisé et séché à 60° 10^g), nous n'avons obtenu que du glucose et des hexosanes. Aucun échauffement ne se produit au moment du mélange, ce n'est qu'au bout d'une demi-heure à 37° que la température commence à monter pour atteindre un quart d'heure plus tard 70-80°; après quoi elle ne fait plus que baisser. La liqueur une fois refroidie est versée dans l'eau en agitant vigoureusement; l'acétate se dépose à l'état pulvérulent. Il se dissout dans l'alcool fort à l'ébullition et précipite en partie, par refroidissement, sous forme de poudre amorphe. La potasse alcoolique en régénère une masse visqueuse qui durcit dans l'alcool de lavage et se dissout très facilement dans l'eau. Le produit n'est pas réducteur, son pouvoir rotatoire est égal à + 210°; il s'agit donc d'un polyhexosane soluble analogue à ceux que l'on obtient par hydrolyse. L'acétate resté en solution dans l'alcool donne, après saponification, un produit semblable et un peu de glucose. Le rendement est de 30 % seulement. Il est moitié moindre lorsque la température a été poussée jusqu'à 96° et maintenue une minute à ce point; le sucre réducteur est plus abondant, la liqueur d'acétylation toute noire, l'acétate précipité dans l'eau très foncé, soluble dans l'acool fort à l'ébullition mais ne précipitant pas par refroidissement. La dégradation du dextrane doit être alors très avancée, mais hexosanes et glucose sont les seuls produits que nous ayons pu mettre en évidence.

Il est peu de corps aussi rebelles que le dextrane à l'action des milieux diastasiques. C'est en vain qu'on l'offre aux moisissures banales telles que *Sterigmatocystis nigra* comme source unique de carbone; le développement ne va guère plus loin que la germination des spores et, en culture ouverte, le milieu est envahi par les ferments butyriques. Van Tieghem (²) avait bien remarqué, dès 1878, que les microorganismes du groupe *Amylobacter* étaient à même de désagréger à la longue le mucilage de *Leuconostoc*.

Les hexosanes issus de la dépolymérisation du dextrane, si solubles soient-ils, ne se montrent guère plus accessibles aux diastases que le produit initial. La pancréatine n'y touche pas, non plus que les amylases bactériennes connues sous le nom de *rapidase* ou de *biolase*; l'amylase du malt n'est pas absolument inerte, mais n'agit qu'avec une extrême lenteur. L'émulsine des amandes, douces ou amères, est encore moins expéditive et seulement sous forme de macération aqueuse fraîchement préparée, alors

(²) *Ann. Sc. Nat. Bot.*, **7**, 1878, p. 195.

que le ferment précipité et séché hydrolyse si rapidement les glucosides de la série β. Les poudres fermentaires de *Sterigmatocystis nigra*, des Mucors de distillerie, n'opèrent que très lentement; la takadiastase du commerce, même vieillie, est l'une des meilleures préparations que nous ayons expérimentées.

On ignore à quelle particularité de structure le dextrane, d'ailleurs proche de l'amidon et du glycogène à d'autres égards, doit ses propriétés singulières; les polyamyloses de Shardinger, dérivés de l'amidon par action du *B. macerans*, se montrent eux aussi rebelles à l'amylase, mais ils sont cristallisables et colorables par l'iode.

M. **L. Cayeux** fait hommage à l'Académie, de la part du Service de la Carte Géologique de la France, du tome I de son étude : *Les Phosphates de chaux sédimentaires de France* (*France Métropolitaine et d'Outre-Mer*), 349 p. in-4° et 15 planches.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Kungl. Svenska Vetenskaps Akademien, *Förhistoria, Grundläggning och första Organisation*, av Bengt Hildebrand.

2° Philippe Tongas. *Les propriétés thermodynamiques de la vapeur d'eau.*

3° David Sidersky. *Le Centenaire du premier Polarimètre.*

4° Pierre Senay. *Le Coton, sa production et sa distribution dans le monde.* Préface de M. André Siegfried (présenté par M. A. Chevalier).

ARITHMÉTIQUE. — *Sur une somme exponentielle.*

Note (¹) de M. **Loo-Keng Hua**, présentée par M. Jacques Hadamard.

Théorème. — *Soient q un entier positif et f(x) un polynome à coefficients entiers, de degré k,*

$$f(x) = a_k x^k + \ldots + a_1 x + a_0, \qquad (q, a, \ldots, a_k) = 1 :$$

(¹) Séance du 1er avril 1940.

alors

$$\sum_{x=1}^{q} e_q[f(x)] = O\left(q^{1-\frac{1}{k}+\varepsilon}\right), \qquad e_q(x) = e^{\frac{2\pi i x}{q}},$$

où la constante impliquée par le symbole O *ne dépend que de* k *et* ε, ε *étant un nombre positif arbitrairement petit.*

Il suffira de démontrer l'énoncé suivant : Soit p un nombre premier vérifiant la condition $p \nmid (a_1, \ldots, a_k)$: alors

$$(1) \qquad \sum_{x=1}^{p^l} e_{p^l}[fx)] = O\left[p^{\left(1-\frac{1}{k}\right)l}\right].$$

Définition. — Soit l_ν l'entier tel que $p^{l_\nu} \mid \nu a_\nu$, $p^{l_\nu+1} \nmid \nu a_\nu$, et soit

$$t = \min(l_1, \ldots, l_k).$$

Désignons par s le plus grand entier tel que $p^t \mid s a_s$, $p^{t+1} \nmid s a_s$. Nous appellerons s l'indice du polynome $f(x)$, et écrivons $s = \operatorname{ind} f(x)$. Nous avons immédiatement les lemmes suivants :

Lemme 1. — $\operatorname{ind} f(x) = \operatorname{ind} f(x+\lambda)$.

Lemme 2. — $\operatorname{ind} f(x) \geqq \operatorname{ind} f(px)$.

Lemme 3. — Si $\operatorname{ind} f(x) = \operatorname{ind} f(px)$, alors $f'(x) \equiv 0 \pmod{p^{t+1}}$ entraîne $p \nmid (x)$.

Démonstration de l'égalité (1). — Puisque $p \nmid (a_k, \ldots, a_1)$, on a $p^t \leqq k$. Si $l \leqq 2t+1$, le théorème est évident, car, pour $t > 0$, on a

$$\left|\sum_{x=1}^{p^l} e_{p^l}[f(x)]\right| \leqq p^{2l} \leqq p^{t+1} \leqq p^{3t} \leqq k^3$$

et, pour $t = 0$, on retombe sur un théorème de M. Mordell [1].

Supposons donc que $l > 2t+1$. Soient $\lambda_1, \ldots, \lambda_e$ les racines distinctes de $f'(x) \equiv 0 \pmod{p^{t+1}}$. Évidemment $e \leqq p^t k \leqq k^2$ et

$$\sum_{x=1}^{p^l} e_{p^l}[f(x)] = \sum_{i=1}^{p^{t+1}} \sum_{\substack{x=1 \\ x \equiv i,\ (p^{t+1})}}^{p} e_{p^l}[f(x)]$$

Si i n'est pas l'une des valeurs $\lambda_1, \ldots, \lambda_e$ alors, en posant $x = y + p^{l-t-1} z$,

---

(1) *Quarterly Journ. of Math.*, 3, 1934, p. 161-167.

on a

$$\sum_{\substack{x=1\\ x\equiv l,\,(p^{t+1})}}^{p^l} e_{p^l}[f(x)] = \sum_{\substack{y=1\\ y\equiv l,\,(p^{t+1})}}^{p^{l-t-1}} \sum_{z=1}^{p^{t+1}} e_{p^l}[f(x) - p^{l-t-1} z f'(y)] = 0.$$

Donc

$$\left|\sum_{x=1}^{p^l} e_{p^l}[f(x)]\right| = \left|\sum_{l=1}^{e} \sum_{\substack{x=1\\ x\equiv \lambda_i,\,(p^{t+1})}}^{p^l} e_{p^l}[f(x)]\right| \leqq e \max_{1\leqq i\leqq e} \left|\sum_{y=1}^{p^{l-t-1}} e_{p^l}[f(\lambda_i + p^{t+1}y) - f(\lambda_i)]\right|$$

$$= e \max_{1\leqq i\leqq e} \left|\sum_{x=1}^{p^{l-t-1}} e_{p^{l-u_i}}[g_i(x)]\right|,$$

où p^{u_i} est la puissance la plus élevée de p qui divise tous les coefficients de $f(\lambda_i + p^{t+1}y) - f(\lambda_i)$. Il s'ensuit que

$$\left|\sum_{x=1}^{p^l} e_{p_l}[f(x)]\right| \leqq e \max_{1\leqq i\leqq e} p^{u_i - t-1} \left|\sum_{x=1}^{p^{l-u_i}} e_{p^{l-u_i}}[g_i(x)]\right|$$

$$\leqq e \max_{1\leqq i\leqq e} p^{u_i\left(1-\frac{1}{i}\right)} \left|\sum_{x=1}^{p^{l-u_i}} e_{p^{l-u_i}}[g_i(x)]\right|,$$

car $u_i \leqq k(t+1)$.

Si ind. $f(x) =$ ind. $g_i(x)$, alors d'après le lemme 3, on a $e = 1$; autrement, on aura $e \leqq k^2$. Si l'on applique la méthode successivement, il existe au plus k fois qui donnent le facteur $\neq 1$ ($il \leqq k^2$), tandis que les autres donnent le facteur 1. Nous parvenons finalement à

$$\left|\sum_{x=1}^{p^l} e_{p^l}[f(x)]\right| \leqq k^{2h} p^{l\left(1-\frac{1}{k}\right)},$$

ce qui établit l'inégalité (1).

Remarque. — Si k n'est pas de la forme 2^g ou $2^g.3$, on peut obtenir le résultat suivant, un peu plus précis :

$$\left|\sum_{x=1}^{p^l} e_q[f(x)]\right| \leqq q^{1-\frac{1}{k}}.$$

Le théorème donné plus haut permet de combler une lacune dans un article important de M. Vinogradow ([2]). D'autre part, il fournit des

---

([2]) *Recueil Math.*, nouvelle série, 3, 1938, p. 453.

applications sur le problème de Waring relatif à certains polynomes, ainsi que sur la théorie des distributions uniformes. On a, par exemple, le suivant : Supposons que

$$\left|\alpha - \frac{a}{q}\right| \leqq \frac{1}{q p^{k-1+\frac{1}{k}+\varepsilon}},$$

alors le nombre des valeurs de la partie fractionnaire de $\alpha f(x)$, $x = 1, \ldots, P$, qui se trouvent dans l'intervalle de longueur $\gamma(\gamma \leqq 1)$, est égal à

$$\gamma P + P\left(P q^{-\frac{1}{k}+\varepsilon}\right).$$

GÉOMÉTRIE. — *Application du théorème de Dalembert à l'étude de configurations géométriques.* Note de M. **Bertrand Gambier**, présentée par M. Élie Cartan.

1. J'ai eu l'occasion de me servir, dans l'étude de certaines configurations géométriques, d'un principe dont l'existence est, au fond, basée sur la démonstration du théorème de Dalembert.

Étudions par exemple le problème : *déterminer un tétraèdre* T *inscrit dans une biquadratique* $\mathcal{B}$ *et conjugué par rapport à une quadrique* σ. Le problème n'est possible que si σ est harmoniquement incrite dans toutes les quadriques issues de $\mathcal{B}$, ce qui revient à deux conditions linéaires par rapport aux coefficients tangentiels de σ; il s'agit de démontrer que, *réciproquement*, si ces deux conditions sont réalisées, il existe 2 tétraèdres de l'espèce cherchée et 2 seulement, sauf cas spécial où il existe ∞^1 tétraèdres. Rappelons que, si 2 tétraèdres T_1, T_2 sont conjugués par rapport à une même quadrique σ, leurs sommets sont les 8 points communs aux ∞^2 quadriques d'un système linéaire ponctuel, leurs faces, les 8 plans tangents communs aux ∞^2 quadriques d'un système linéaire tangentiel, et que, *réciproquement*, une de ces trois propriétés entraîne les deux autres. Exprimons les coordonnées du point courant de $\mathcal{B}$ en fonction d'un paramètre elliptique u choisi de sorte que $u_1 + u_2 + u_3 + u_4 = 0$ soit la condition nécessaire et suffisante pour que les 4 points correspondants soient coplanaires; cela posé, on voit aisément que, si 3 tétraèdres T_1, T_2, T_3 existent pour $(\mathcal{B}, \sigma)$, la somme des arguments des sommets de chacun est égale à la même demi-période ω de la fonction élliptique employée.

Ces préliminaires établis, regardons $\mathcal{B}$ comme *donnée;* le système des

quadriques σ harmoniquement inscrites dans les quadriques issues de $\mathcal{B}$ forme une variété V_7 dont on peut représenter chaque individu par un point d'un espace linéaire, *complexe*, à 7 dimensions. D'autre part le choix de 7 points $u_1, u_2, \ldots, u_7$ sur $\mathcal{B}$ détermine une variété W_7; le huitième point u_8 tel que $u_1 + \ldots + u_7 + u_8$ soit nulle en résulte, puis la quadrique σ' (unique) conjuguée par rapport aux 2 tétraèdres $(u_1 u_2 u_3 u_4)$ et $(u_5 u_6 u_7 u_8)$; en vertu du choix des u_i *au hasard*, $\mathcal{B}$ et σ *n'admettent que ces 2 tétraèdres*, de sorte que chaque élément de W_7 peut être représenté, indifféremment, soit par les u_i, soit par la quadrique σ qui en résulte; cette variété W_7 (considérée comme ensemble de quadriques σ') est manifestement contenue dans V_7 : or V_7 est *indécomposable*, donc W_7 *épuise* V_7 complètement, et la proposition en résulte.

2. Le lien entre la façon si simple dont le résultat est obtenu et la démonstration du théorème de Dalembert consiste en ce fait que nous déterminons au moyen de relations algébriques l'élément *inconnu* de W_7 qui doit être attaché à un élément *donné* de V_7; les équations d'identification sont en même nombre que les inconnues et l'élimination de toutes les inconnues, sauf une, conduit à une équation résolvante qui a des solutions, précisément parce que Dalembert l'a fait constater; la possibilité d'éliminer toutes les inconnues, sauf une, résulte de ce que V_7 est *indécomposable*.

D'ailleurs il est intéressant, au point de vue philosophique, de constater que l'existence du théorème de Dalembert revient bien à prouver que toute variété W_n, contenue dans une variété indécomposable V_n, épuise V_n. En effet le polynome $z^n + A_1 z^{n-1} + \ldots + A_n$, où les A_i sont complexes, peut être représenté par un point $(A_1, \ldots, A_n)$ qui décrit un espace complexe V_n à n dimensions. Le polynome $(z - a_1)(z - a_2), \ldots, (z - a_n)$, où les a_i sont complexes, peut être représenté par le point $(a_1, \ldots, a_n)$ qui engendre une variété W_n : la variété W_n est incluse dans V_n, et démontrer le théorème de Dalembert revient à démontrer que W_n *épuise* V_n complètement.

3. L'application du même principe m'a permis d'obtenir *sans calcul* le résultat suivant : prenons sur $\mathcal{B}$ quatre points u_1, u_2, u_3, u_4 tels que $u_1 + u_2 + u_3 + u_4$ soit égal à ω, puis, *au hasard*, une des ∞^3 quadriques σ_1 conjuguée par rapport au tétraèdre $(u_1 u_2 u_3 u_4)$: *cette quadrique* σ_1 *n'admet avec* $\mathcal{B}$ *que le tétraèdre en jeu, mais comptant pour deux tétraèdres confondus*. Prenons maintenant un tétraèdre $(u_5 u_6 u_7 u_8)$ de même définition que le premier; ces deux tétraèdres ont une quadrique conjuguée commune unique σ_2, qui admet, avec $\mathcal{B}$, ∞^1 tétraèdres; l'ensemble σ_1 forme une variété W'_6, l'ensemble σ_2 une W''_4; ces variétés sont contenues dans la W_7

définie précédemment; il n'y a aucune contradiction, car W_7 est indécomposable; mais la particularisation des constantes peut fournir des fractions intéressantes, à un nombre moindre de dimensions. J'ai développé ces résultats dans un Mémoire rédigé en collaboration avec M. Labrousse, qui paraîtra bientôt dans un autre Recueil.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur une propriété de la fonction $m(r, A)$ de M. Nevanlinna dans les fonctions méromorphes.* Note de Mme **Laurent-Schwartz**, présentée par M. Jacques Hadamard.

Soit $z = g(Z)$ la fonction inverse. Soit A un point du plan des Z intérieur à un domaine Δ qui ne contient aucun point critique de $g(Z)$ et que nous pouvons supposer à distance finie.

Les déterminations $g_n(Z)$ de $g(Z)$ sont holomorphes et univalentes dans Δ. Soient $g'_n(Z)$ les fonctions linéaires des fonctions $g_n(Z)$ qui pour $Z = A$ sont nulles et ont une dérivée égale à 1; elles forment une famille normale sans limites constantes à l'intérieur de Δ, soit par exemple dans le domaine fermé Δ_1 contenant à son intérieur le cercle Γ de centre A et de rayon $\rho \leqq 1$. Nous désignerons par la même lettre en caractère majuscule, minuscule et minuscule accentué les éléments homologues correspondant à Z, $g_n(Z)$ et $g'_n(Z)$, ou leurs affixes. z et z' décrivent des figures semblables.

Soit le cercle $|z| = r$. Soient $\alpha_i\,\beta_i$, u_i, v_i les arcs de ce cercle respectivement intérieurs à l'un des homologues γ_n de Γ et à l'un des homologues δ_n de Δ.

$$m(r, A) < \operatorname{Log}\frac{1}{\rho} + \sum_i \frac{1}{2\pi}\int_{\operatorname{Arg}\alpha_i}^{\operatorname{Arg}\beta_i} \operatorname{Log}\frac{1}{|Z - A|}\,d\theta,$$

$$m(r, A) < \operatorname{Log}\frac{1}{\rho} + \sum_i \frac{1}{2\pi}\int_{\operatorname{Arg}u_i}^{\operatorname{Arg}v_i} \overset{+}{\operatorname{Log}}\frac{1}{|Z - A|}\,d\theta.$$

Un arc $u_i v_i$ n'étant pris dans la somme que s'il contient un arc $\alpha_i\beta_i$,

$$\frac{1}{2\pi}\int_{\operatorname{Arg}u_i}^{\operatorname{Arg}v_i} \overset{+}{\operatorname{Log}}\frac{1}{|Z - A|}\,d\theta = \frac{1}{2\pi r}\int_{u_i}^{v_i} \overset{+}{\operatorname{Log}}\frac{1}{|Z - A|}\,ds = \frac{1}{2\pi r'}\int_{u'}^{v'_i} \overset{+}{\operatorname{Log}}\frac{1}{|Z - A|}\,ds'.$$

Du fait de la normalité, l'arc $u'_i v'_i$ est borné supérieurement et, d'autre part, on a

$$|z'| > \lambda\,|Z - A| \qquad (\lambda \geqq 1).$$

Il vient donc

$$\int_{u'_i}^{v'_i} \overset{+}{\text{Log}} \frac{1}{|Z - A|} ds' < \text{Log}\,\lambda \, \text{Arc}\, u'_i v'_i + \int_{u'_i}^{v'_i} \overset{+}{\text{Log}} \frac{1}{|z'|} ds'.$$

Cette dernière intégrale est bornée; elle est inférieure à $k\,\text{Arc}\,u'_i v'_i$, car l'arc $u'_i v'_i$ est borné inférieurement du fait qu'il contient l'arc $u'_i \alpha'_i$ dont l'homologue est borné inférieurement.

$$m(r, A) < \text{Log}\frac{1}{\rho} + (\text{Log}\,\lambda + k) \sum_i \frac{\text{Arc}\, u_i v_i}{2\pi r}$$

$$m(r, A) < \text{Log}\frac{1}{\rho} + \text{Log}\,\lambda + k.$$

Lorsque Δ contient des points critiques de $g(Z)$ tels que le nombre de déterminations qui s'échange dans Δ soit borné, on peut faire un raisonnement analogue à celui-ci. Nous énoncerons donc ce théorème :

Soit une fonction méromorphe; si A *est une valeur régulière de la fonction inverse ou plus généralement si le nombre des déterminations, qui s'échangent dans un voisinage arbitrairement petit mais fixe de* A, *est borné supérieurement, la fonction* $m(r, A)$ *est bornée; en particulier* A *n'est pas une valeur déficiente* (¹).

Le raisonnement fait s'applique aussi aux fonctions méromorphes dans un cercle. On peut l'étendre aux fonctions algébroïdes, car, étant données des fonctions $g_n(Z)$ holomorphes dans Δ et d'ordre de multivalence borné, on peut opérer, sur chacune d'elles, une transformation linéaire de façon à obtenir une famille normale.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur les moyennes arithmétiques de la série de Taylor.* Note (¹) de M. **Nikola Obrechkoff**, présentée par M. Paul Montel.

Pour la somme partielle S_n de la série de Taylor

(1) $$f(a+h) = f(a) + h f'(a) + \frac{h^2}{2!} f''(a) + \ldots,$$

(¹) Certains résultats compris dans cet énoncé ont été donnés par M. Collingwood (*Comptes rendus*, 179, 1924, p. 1125) et par M. Ullrich (*Journal für die reine u. ang. Mathematik*, 166, 1932, p. 220-234).

(¹) Séance du 27 mars 1940.

on a la formule classique

$$(2)\qquad S_n = f(a+h) - \frac{1}{n!}\int_a^{a+h} (a+h-t)^n f^{(n+1)}(t)\,dt,$$

qui est à la base de toutes les recherches pour la convergence de la série (1). Dans cette Note nous démontrons une formule nouvelle pour les moyennes de Cesàro de la série (1). Posons

$$S_n^k = \sum_{\mu=0}^{n} A_{n-\mu}^k \frac{h^\mu}{\mu!} f^{(\mu)}(a), \qquad A_n^k = \binom{n+k}{n},$$

$$S_n^k = S_0^{k-1} + S_1^{k-1} + \ldots + S_n^{k-1};$$

nous avons alors la formule

$$(3)\quad S_n^k = A_n^k f(a+h) - A_n^{k-1} h f'(a+h) + A_n^{k-2} \frac{h^2}{2!} f''(a+h) - \ldots$$
$$+ (-1)^k \frac{1}{A_n^k} f^{(k)}(a+h) + \frac{(-1)^{k-1}}{u!\,n!}\int_a^{a+h} (a+h-t)^n (t-a)^k f^{(n+k+1)}(t)\,dt.$$

La démonstration se fait par induction. Considérons la fonction de u

$$g_k(u) = \sum_{\mu=0}^{n} A_{n-\mu}^k \frac{(x-u)^\mu}{\mu!} f^{(\mu)}(u) - A_n^k f(x) + A_n^{k-1} \frac{x-u}{1!} f'(x)$$
$$- A_n^{k-2} \frac{(x-u)^2}{2!} f''(x) + \ldots + (-1)^{k-1} \frac{(x-u)^k}{k!} f^{(k)}(x).$$

Pour la dérivée, nous obtenons facilement

$$g'_k(u) = \sum_{\mu=0}^{n-1} (A_{n-\mu}^k - A_{n-\mu-1}^k) \frac{(x-u)^\mu}{\mu!} f^{(\mu+1)}(u) + \frac{(x-u)^n}{n!} f^{(n+1)}(u)$$
$$- A_n^{k-1} f'(x) + A_n^{k-2} \frac{x-u}{1!} f''(x) + \ldots + (-1)^k \frac{(x-u)^{k-1}}{(u-1)!} f^{(k)}(x)$$
$$= \sum_{\mu=0}^{n} A_{n-\mu}^{k-1} \frac{(x-u)^\mu}{\mu!} f^{(\mu+1)}(u)$$
$$- A_n^{k-1} f'(x) + A_n^{k-2} \frac{x-u}{1!} f''(x) - \ldots + (-1)^k \frac{(x-u)^{k-1}}{(k-1)!} f^{(k)}(x).$$

Cette formule montre que $g'_k(u)$ est l'expression $g_{k-1}^{(1)}(u)$ qui correspond à la fonction $f'(x)$. Donc, en supposant la formule (3) vraie pour $k-1$, on aura

$$g'_k(u) = \frac{(-1)^k}{(k-1)!\,n!}\int_u^x (x-t)^n (t-u)^{k-1} f^{(n+k+1)}(t)\,dt.$$

Comme $g_k(x) = 0$, on en déduit

$$g_k(u) = \frac{(-1)^{k+1}}{k!\,n!} \int_u^x (x-t)^n (t-u)^k f^{(n+k+1)}(t)\,dt,$$

et la formule (3) est démontrée.

La formule (3) peut s'écrire

$$(4) \quad f(a+h) = \frac{1}{A_n^k} \sum_{\mu=0}^{n} A_{n-\mu}^k \frac{h^\mu}{\mu!} f^{(\mu)}(a) + \frac{A_n^{k-1}}{A_n^k} \frac{h}{1!} f'(a+h)$$

$$- \frac{A_n^{k-2}}{A_n^k} \frac{h^2}{2!} f''(a+h) + \ldots + (-1)^{k-1} \frac{1}{A_n^k} \frac{h^k}{k!} f^{(k)}(a+h) + R_n^{(k)},$$

$$R_n^{(k)} = \frac{(-1)^k}{(n+\ )k!} \int_a^{a+h} (a+h-t)^n (t-a)^k f^{(n+k+1)}(t)\,dt.$$

Pour le reste, on obtient facilement l'expression

$$(5) \qquad R_n^{(k)} = \frac{(-1)^k h^{n+k+1} p!}{n!\,(p+k+1)!\,A_n^k} (1-\theta)^{n-p} f^{(n+k+1)}(a+\theta h) \qquad (0 < \theta < 1),$$

où p est un nombre entier ($0 \leqq p \leqq n$).

La formule (4) peut être utilisée pour étudier la sommabilité de la série de Taylor par les moyennes arithmétiques et aussi pour le calcul de la fonction $f(x)$, puisque (5) montre clairement que la convergence des moyennes $S_n^{(k)}/A_n^k$ devient plus forte avec l'augmentation de k. Nous donnerons d'ailleurs des applications importantes de cette formule.

ÉLECTROTECHNIQUE. — *Sur l'expression de la force électromotrice dans les machines à courants alternatifs.* Note de M. **André Guilbert**, présentée par M. Charles Fabry.

Il est possible, par exploration, de connaître en tous points la valeur du champ dans l'entrefer d'un alternateur ou d'une machine quelconque à courants alternatifs. Si l'on considère un induit ne comportant qu'une encoche par pôle et par phase, la courbe de la force électromotrice induite reproduit exactement, aux échelles près, celle de la répartition du champ dans l'entrefer. Lorsque cet induit présente u encoches par pôle et par phase, la courbe de la force électromotrice s'obtient en ajoutant les ordonnées de u courbes semblables à la précédente convenablement et régulièrement décalées les unes par rapport aux autres.

Appelons

$\mathcal{H}$ la composante normale du champ dans l'entrefer, $2p$ le nombre de pôles, θ l'abscisse angulaire comptée à partir d'une ligne neutre, n le nombre de conducteurs d'une phase, l la longueur active d'un conducteur, r le rayon de la partie active de l'induit, V la vitesse linéaire relative du champ inducteur dans cette partie active, ω et F la pulsation et la fréquence qui en résultent, ν le nombre total d'encoches par pôle.

La répartition du champ dans l'entrefer, supposée symétrique par rapport à l'axe des pôles, peut être représentée par

$$\mathcal{H} = \mathcal{H}_1 \sin p\theta + \mathcal{H}_3 \sin 3p\theta + \mathcal{H}_5 \sin 5p\theta + \ldots.$$

En un point de l'induit le champ est donné en fonction du temps par la même expression, dans laquelle on a remplacé $p\theta$ par ωt.

La force électromotrice, dans le cas d'une encoche par pôle et par phase, est

$$e = n\mathcal{H}l\mathrm{V};$$

si l'on remarque que

$$\mathrm{V} = r\frac{d\theta}{dt} = r\frac{\omega}{p} = r\frac{2\pi\mathrm{F}}{p},$$

cette expression devient

$$e = \frac{nlr2\pi\mathrm{F}}{p}[\mathcal{H}_1 \sin\omega t + \mathcal{H}_3 \sin 3\omega t + \mathcal{H}_5 \sin 5\omega t + \ldots].$$

Le flux qui passe à travers un contour polaire tracé sur l'induit à partir de l'abscisse θ est

$$\Phi_{(\theta)} = \int_{\theta}^{\frac{\pi}{p}+\theta} \mathcal{H}lr\,d\theta = \frac{2lr}{p}\left[\mathcal{H}_1 \cos p\theta + \frac{\mathcal{H}_3}{3}\cos 3p\theta + \frac{\mathcal{H}_5}{5}\cos 5p\theta + \ldots\right].$$

Posons

$$\Phi_1 = \frac{2lr}{p}\mathcal{H}_1, \qquad \Phi_3 = \frac{2lr}{3p}\mathcal{H}_3, \qquad \Phi_5 = \frac{2lr}{5p}\mathcal{H}_5, \qquad \ldots;$$

le flux émané d'un pôle inducteur est alors

$$\Phi = \Phi_{(0)} = \Phi_1 + \Phi_3 + \Phi_5 + \ldots$$

et la force électromotrice s'écrit

$$e = \pi n\mathrm{F}[\Phi_1 \sin\omega t + 3\Phi_3 \sin 3\omega t + 5\Phi_5 \sin 5\omega t + \ldots].$$

Lorsque l'induit présente u encoches par pôle et par phase, l'expression

de la force électromotrice se déduit de la précédente grâce aux coefficients de chevauchement définis par l'harmonique d'ordre h par

$$K_h = \frac{\sin\frac{h\pi u}{2v}}{u\sin\frac{h\pi}{2v}},$$

$$e = \pi n F[K_1\Phi_1 \sin\omega t + 3K_3\Phi_3\sin 3\omega t + 5K_5\Phi_5\sin 5\omega t + \ldots].$$

La valeur efficace de cette force électromotrice est

$$E = \frac{\pi}{\sqrt{2}} nF\sqrt{K_1^2\Phi_1^2 + 9K_3^2\Phi_3^2 + 25K_5^2\Phi_5^2 + \ldots}.$$

En pratique, on se limite le plus souvent au terme fondamental en assimilant Φ à Φ_1, d'où l'expression classique

$$E = \frac{\pi n F K_1 \Phi}{\sqrt{2}}.$$

La répartition de $\mathcal{H}$ étant toujours variable avec la saturation, on voit qu'en toute rigueur il ne peut y avoir proportionnalité entre la valeur efficace de la force électromotrice, réduite ou non à son terme fondamental, et le flux émané d'un pôle.

SPECTROSCOPIE. — *Sur l'absorption par la vapeur de sodium de la raie jaune crépusculaire*. Note de M. **Alfred Kastler**, présentée par M. Charles Fabry.

Peu de temps après la découverte de la luminescence de la raie jaune atmosphérique pendant le crépuscule, par R. Bernard [1], et l'identification de cette raie avec les raies D du sodium par des mesures interférentielles [2], l'auteur avait indiqué une méthode simple pour étudier la finesse de la raie crépusculaire : son absorption par une cuve à vapeur de

---

(1) *Comptes rendus*, **206**, 1938, p. 448.

(2) J. Cabannes, J. Dufay et J. Gauzit, *Comptes rendus*, **206**, 1938, p. 221 et 870 et *Astrophysical Journal*, **88**, 1938, p. 164; R. Bernard, *Comptes rendus*, **206**, 1938, p. 928, 1137 et 1669; *Nature*, **141**, 1938, p. 788 et *Zeitschr. f. Physik*, **110**, 1938, p. 291.

sodium dont on fait varier la température et la pression de vapeur ([3]). La même méthode a été préconisée depuis par J. Franck et C. A. Rieke ([4]), et sa réalisation a été annoncée par G. Cario et U. Stille ([5]) sans indication de résultat. Ces auteurs utilisent un montage sans spectrographe avec filtres monochromateurs. Mais cette méthode a l'inconvénient de ne pas séparer la lumière de la raie D de celle de la bande de diffusion qui l'accompagne toujours en proportions variables, suivant les conditions atmosphériques.

Pour obtenir un résultat d'une interprétation sûre, l'auteur a préféré adopter la technique d'absorption à un spectrographe lumineux à ouverture de chambre F/0,7.

Le montage comporte les éléments suivants :

Une lentille L projette sur la fente F du spectrographe les images de deux cuves en quartz à faces parallèles juxtaposées C et C'. L'axe optique du système est dirigé vers le ciel à environ 23° de l'horizon en direction du Nord. La cuve C a été évacuée et scellée après y avoir distillé un peu de sodium. On a vérifié qu'elle présente le phénomène de résonance optique. La cuve C', ouverte à l'air, sert de cuve témoin. On obtient ainsi sur la plaque deux spectres juxtaposés dont la lumière a traversé respectivement C et C'. L'ensemble des cuves C et C' a été chauffé au bout d'une cheminée d'amiante à chicanes par le courant ascendant d'un bec de gaz. La température a été mesurée au contact de la cuve C immédiatement au-dessous d'elle (θ_2) et au-dessus d'elle (θ_1).

Le sodium métallique se rassemble sur la paroi supérieure de la cuve, et l'on peut admettre dans ces conditions que la pression de vapeur correspond à la température de la paroi la plus froide (θ_1), et la largeur Doppler de la raie d'absorption à la température maximum (θ_2). Cette hypothèse a été adoptée pour les calculs d'absorption ([6]).

Malgré l'imperfection actuelle du réglage thermique, le résultat qualitatif est déjà net : *La raie crépusculaire* D, *très intense à travers le tube témoin, s'affaiblit et finit par disparaître complètement lorsqu'elle est photo-*

([3]) A. Kastler, *Procès-verbaux des séances de la Soc. des Sc. phys. et natur. de Bordeaux*, année 1937-1938, p. 164.

([4]) *Astrophys. Journal*, 89, 1939, p. 463.

([5]) *Zeits. f. Physik*, 113, 1939, p. 442.

([6]) Les méthodes de calcul sont exposées dans A. C. G. Mitchell and M. W. Zemansky, *Resonance Radiation and Excited Atoms*, Cambridge, 1934, Chap. III, p. 122 et 323.

graphiée à travers la cuve à vapeur de sodium qu'on chauffe progressivement jusqu'à une température θ_1 *de* 200°C.

Dans les mêmes conditions la raie d'une petite flamme d'alcool salé ne subit aucun affaiblissement perceptible. Le tableau ci-dessous résume l'étude d'une série de clichés.

Date du cliché.	Températures (°C) θ_1.	θ_2.	Degré d'absorption.	k_0 (D_1).	$k_0 l$ (D_1).	(D_2).
1. 16-2-40......	15	15	Pas d'absorption.	0	0	0
2. 6-3-40......	15	15	»	0	0	0
3. 7-3-40......	125	250	Absorption faible.	0,09	0,27	0,54
4. 11-3-40......	125	235	» »	0,09	0,27	0,54
5. 10-3-40......	145	245	» partielle.	0,42	1,26	2,52
6. 9-3-40......	170	330	» forte.	2,4	7,2	14,4
7. 3-3-40......	190	280	» »	7,6	22,8	45,6
8. 15-2-40......	200	350	» totale.	13	39	78
9. 5-3-40......	240	400	» »	100	300	600

En désignant par k_0 le coefficient d'absorption au centre d'une raie Doppler et par l l'épaisseur de vapeur absorbante (ici $l = 3^{cm}$), on peut calculer, en fonction de l'absorption A_α mesurée expérimentalement, la largeur des raies d'émission [7]. Les coefficients k_0 se calculent à partir de la courbe de tension de vapeur du sodium.

Comme, d'après R. Bernard, l'intensité de la raie D_2 est environ le double de celle de la raie D_1 dans l'émission céleste, on peut admettre que l'auto-absorption des raies par le sodium atmosphérique est négligeable et considérer la forme des raies d'émission comme une forme Doppler pure.

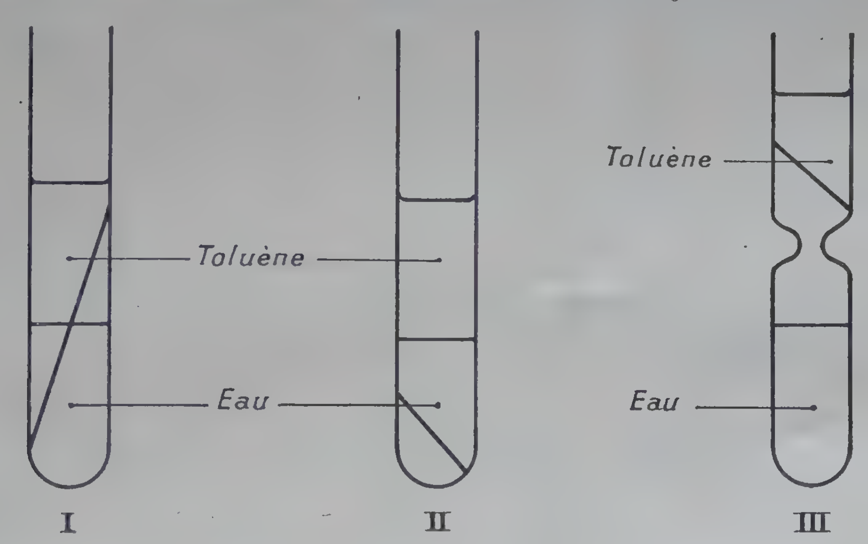
L'application à notre exemple montre que les composantes de la raie jaune crépusculaire ont une largeur de l'ordre de l'effet Doppler correspondant à l'intervalle de température entre 100 à 300°C., soit environ 0,03 Å. C'est l'ordre de grandeur de la finesse des raies dans les émissions de résonance.

---

(7) La réalisation d'un thermostat à chauffage électrique est à l'étude.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Altération des métaux par certains acides organiques dissous dans des liquides non aqueux.* Note [1] de M. **René Dubrisay**, présentée par M. Marcel Délépine.

J'ai indiqué [2] les résultats préliminaires obtenus dans l'étude de la corrosion des métaux par les acides forméniques dissous dans les solvants autres que l'eau, et montré qu'aucune corrosion ne se manifestait s'il n'y avait pas présence simultanée d'humidité et d'oxygène. J'ai fourni quelques précisions complémentaires dans le cas des premiers termes de la série des acides forméniques agissant sur le cuivre : je voudrais donner



aujourd'hui des indications analogues dans le cas des termes supérieurs, insolubles ou pratiquement insolubles dans l'eau.

Des lames de cuivre électrolytique étaient disposées dans trois positions différentes par rapport à la surface de séparation des phases (voir la figure) :

1° lame plongeant simultanément dans les deux phases;

2° lame plongeant uniquement dans la phase aqueuse;

3° lame plongeant uniquement dans la phase organique.

Dans les trois cas, on observe nettement une altération du métal, ainsi qu'il résulte des données numériques suivantes :

(1) Séance du 18 mars 1940.

(2) René Dubrisay et J.-J. Goupil, *Comptes rendus*, 207, 1938, p. 1101.

1° Lame de cuivre placée dans la position II. Solution à 1 % d'acide palmitique dans le xylène. Cuivre attaqué après 14 mois de contact : $0^g,260$ (³).

2° Lames de cuivre attaquées par une solution à 0,5 % d'acide stéarique dans le toluène : après un mois de contact :

Position	I.	II.	III.
Cuivre attaqué	$0^g,003$	$0^g,003$	$0^g,006$

L'altération manifestée dans la position II est *a priori* surprenante puisque le métal n'est pas en contact avec le milieu acide, le phénomène peut toutefois s'expliquer en admettant que, sous l'action simultanée de l'eau et des agents atmosphériques, il se forme un composé du cuivre qui n'est pas absolument insoluble dans l'eau et qui est attaqué par l'acide gras à la surface de séparation des deux couches. La formation d'un tel composé a été d'ailleurs envisagée par divers auteurs (⁴), et j'ai pu vérifier que de l'eau tridistillée, laissée pendant plusieurs semaines en contact de cuivre même rigoureusement purifié, donnait les réactions des ions cuivriques au mercurisulfocyanure d'ammonium en présence d'acétate de zinc. En outre, le cuivre électrolytique en copeaux se recouvre d'un enduit rougeâtre qu'une étude microchimique effectuée, sur ma demande, au laboratoire de mon collègue, M. Emschwiller, conduit à regarder comme un oxyde cuivreux (⁵).

La corrosion du métal dans la position III peut être expliquée par des considérations analogues, l'attaque se produisant en des points où des gouttelettes d'eau se déposent à la surface du métal, dépôt provoqué soit par des variations de température, soit par humidification locale du métal. Cette conception est d'ailleurs justifiée par le fait que l'altération commence à se manifester par points isolés.

Dans la position I, il y a combinaison des deux modes d'attaque.

Des résultats analogues ont été obtenus dans le cas du zinc et du cadmium. Par contre, avec l'aluminium aucune altération appréciable ne se manifeste.

(³) Le sel cuivrique formé vient se rassembler à la surface de séparation des deux liquides, sans doute par un phénomène analogue à la flottation.

(⁴) Voir en particulier Bengough et Hudson, *J. Ind. Met.*, 21, 1919, p. 87. Il est à noter que l'altération du métal se manifeste même dans le cas où l'eau est recouverte d'une couche de xylène ou de toluène.

(⁵) $0^{mg},305$ de cet enduit comportaient $0^{mg},030$ d'eau, $0^{mg},035$ de gaz carbonique et (par différence) $0^{mg},240$ d'oxygène.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la réaction de Meyer appliquée au plomb.* Note de M. **Michel Lesbre**, présentée par M. Marcel Delépine.

On a vu [1] que l'extension au plomb de la réaction dite de Meyer [2] nous a permis de préparer de nouveaux dérivés organo-plombiques, à partir des plombites alcalins d'une part, des iodures d'alcoyle (méthyle et éthyle) d'autre part.

En admettant, avec la plupart des auteurs [3], la monoacidité de l'hydroxyde de plomb, la réaction peut s'écrire de deux manières, en fonction de la constitution très controversée des monoplombites alcalins [4] :

$$\text{(I)} \qquad RI + NaPbOOH = INa + RPbOOH,$$
$$\text{(II)} \qquad RI + NaPb(OH)^3 = INa + RPb(OH)^3.$$

En raison de leur isologie avec les acides siliconiques, germanoniques et stannoniques, nous avons désigné ces composés sous les noms d'acides alcoyl-plomboniques.

La préparation générale des acides plomboniques est rendue délicate par l'instabilité des plombites alcalins (l'hydroxyde de plomb est nettement basique, à l'inverse de l'hydroxyde stanneux, plus apte à l'alcoylation, qui fait la transition avec les hydroxydes acides du type formique).

Nous avons fait réagir à la température de 5° les iodures de méthyle, éthyle, propyle, isopropyle, *n*-butyle, benzyle et allyle sur une solution alcaline de l'hydrate ($3PbO, H^2O$) renfermant environ $0^{mol},15$ de plomb dissous par litre. Des traces d'iode, ou mieux d'iodure de sodium, catalysent l'alcoylation; nous avons reconnu que les iodures fraîchement préparés ou soumis à la désiodisation (par distillation sur de la tournure de cuivre [5]) réagissent moins facilement que les produits vieillis à la lumière solaire.

---

[1] *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 559.

[2] *Ber. d. chem. Gesells.*, 16, 1883, p. 1442.

[3] Berl et Austerweil, *Z. f. Elektrochem.*, 13, 1907, p. 165; Töpelmann, *J. prakt. Chem.*, 121, 1929, p. 320; Fontana, Garrett et Vellenga, *J. Amer. Chem. Soc.*, 61, 1939, p. 367.

[4] Scholder et Pätsch, *Z. f. anorgan. Chem.*, 216, 1933, p. 176; Lehrmann et Leiger, *J. Amer. Chem. Soc.*, 60, 1938, p. 142.

[5] *Cf.* E. Gand, Thèse, Marseille, 1937, p. 15

La soude doit être préférée à la potasse, qui forme avec les oxydes de plomb des solutions colloïdales, et donnerait ici presque exclusivement du plomboiodure de potassium suivant les réactions probables

$$RI + HOK = ROH + IK,$$
$$3IK + Pb(OH^2) = PbI^3K + 2HOK.$$

La formation d'alcools à partir des iodures est en effet constante; on les caractérise facilement à l'état d'aldéhydes.

L'iodure est absorbé très lentement, en faisant place parfois à un dépôt pulvérulent, mélange à composition variable de plombonate et de plomboiodure de sodium (notamment dans le cas de l'iodure de méthyle). Mais dans la généralité des cas, l'acide plombonique doit être extrait du filtrat acidifié par l'acide chlorhydrique à 10 %; on précipite par l'ammoniaque, traite le précipité par l'acide bromhydrique dilué, reprécipite par la potasse à 5 % (il est parfois plus indiqué d'isoler le tribromoplombane par concentration sous vide des solutions bromhydriques, et de le saponifier ensuite par la potasse) :

$$RPbBr^3 + 3HOK = RPb(OH)^3 + 3BrK.$$

Tous ces composés sont en effet très solubles dans les acides dilués, solubles dans les alcalis concentrés, mais insolubles dans l'ammoniaque et les alcalis dilués.

Comme les plombites, les plombonates métalliques sont très instables, décomposables par l'acide carbonique et facilement hydrolysables. Ils se différencient des stannonates par le fait que l'ébullition de leurs solutions aqueuses ne donne pas naissance aux dérivés qui correspondraient aux cétones [6].

Très altérables à l'état humide (la décomposition commence déjà à la température de 35°), les acides plomboniques libèrent par pyrolyse en tube scellé de l'eau et de l'alcool ROH, le résidu étant formé d'oxyde de plomb PbO :

$$RPb(OH)^3 \rightarrow PbO + ROH + H^2O.$$

La décomposition thermique de l'acide benzylplombonique donne lieu, en outre, à la formation de plombtétrabenzyle.

Les dérivés halogénés $RPbX^3$ et leurs complexes pyridinés ont fait l'objet de deux Notes antérieures [7].

---

(6) M. Lesbre, *Bull. Soc. Chim.*, 5e série, **2**, 1935, p. 1189.
(7) M. Lesbre, *Comptes rendus*, **204**, 1937, p. 1822; **206**, 1938, p. 1481.

PÉDOLOGIE. — *Sur l'altération des basaltes miocènes du Cantal et sur la nature des sols qui en dérivent.* Note de M. **Henri Erhart.**

Au cours de l'excursion géologique interuniversitaire de l'année 1939, les participants ont visité une carrière de basalte miocène exploitée aux environs d'Aurillac, à Coissy, sur la route du Lioran. Ce basalte est remarquable par l'ampleur des phénomènes d'altération qu'il présente. Ils se traduisent déjà, à première vue, par des géodes et des veines de calcite à l'intérieur de la roche relativement fraîche. La roche, complètement altérée, est surmontée par une couche de terre ocreuse qui atteint environ 8 mètres d'épaisseur. Les premiers 5 mètres, en allant de bas en haut, sont en place et représentent un profil pédologique complet. Sa partie supérieure est blanchie et doit être assimilée à un horizon podzolé de sol forestier. Les 3 derniers mètres du front de taille sont constitués par des produits de remaniements anciens, de même couleur que le sol sous-jacent. Ils sont, à leur tour, recouverts d'un sol détritique récent, de couleur gris noir.

Comme les produits de remaniements anciens sont, un peu plus loin, surmontés par des sables pontiens où l'on a découvert la faune à *Hipparion gracile*, ce sol enterré représente un sol fossile miocène. Son étude renseigne, non seulement sur les caractéristiques de l'altération des basaltes à l'époque miocène, mais elle permet de comprendre la nature de la terre arable des vastes *planèzes* du Cantal, constituée en grande partie par des produits d'altération des roches volcaniques de cette époque.

A l'état frais, le basalte montre des phénocristaux d'olivine, des microlites d'augite et des baguettes de plagioclases (labrador), de la magnétite et de l'apatite, noyés dans un verre.

Au cours de l'altération, l'olivine et le pyroxène se transforment progressivement en limonite, avec production passagère d'antigorite. Les plagioclases donnent naissance à de la kaolinite et de la calcite. L'antigorite et la calcite disparaissent complètement dans les parties supérieures du sol. Celui-ci est alors constitué essentiellement par de la limonite et de la kaolinite, renfermant comme seuls minéraux primitifs la magnétite et l'apatite. Cette dernière est divisée en petits fragments, mais reste d'une fraîcheur remarquable.

Les deux constituants principaux du sol sont parfaitement mis en

évidence par les courbes thermiques qui montrent les crochets caractéristiques de l'hydroxyde de fer et de la kaolinite, à l'exclusion de toute autre anomalie thermique. L'analyse chimique globale des matériaux, effectuée par M. Raoult, rend compte des pertes et des gains que le sol a subis au cours de sa genèse.

	Roche fraîche.	Roche altérée.	Sol complètement formé.	Perte.	Gain.
SiO^2	43,74	41,26	34,74	9,00	–
Al^2O^3	13,64	14,92	22,36	–	8,72
Fe^2O^3	2,88	9,08	16,17	–	13,29
FeO	8,27	2,80	2,34	5,93	–
MgO	8,60	5,09	0,39	8,21	–
CaO	12,38	10,06	1,76	10,62	–
Na^2O	2,37	1,37	0,18	2,19	–
K^2O	2,03	0,93	0,29	1,74	–
TiO^2	3,02	3,38	5,06		2,04
P^2O^5	0,67	0,85	0,51	0,16	
Perte à 105°C	0,71	5,34	6,35	–	5,64
Perte au rouge	0,89	4,23	10,06		9,25
MnO	0,12	0,10	0,12	–	–
CO^2	1,02	0,92	traces	1,02	–
SO^3	traces	traces	traces	–	–

Il ressort de l'ensemble de l'analyse et de l'examen du taux des éléments dans le sol, que la roche mère a perdu presque la moitié de ses éléments primitifs altérables. Le taux de silice devrait être doublé s'il n'y avait pas eu de perte pour cet élément. La diminution de la silice est donc, en réalité, beaucoup plus accentuée qu'il ne ressort du tableau d'analyses, et porte sur plus de la moitié du total de silice combinée dans les silicates primitifs. La silice restante est uniquement celle qui s'est combinée avec l'alumine pour former la kaolinite. La presque totalité des bases alcalines et alcalino-terreuses a disparu, en même temps que la silice qui leur était liée.

Notons l'évolution des valeurs pH dans le sol (mesures à l'électrode de verre, en partant d'une boue faite avec le sol et 50 % de son poids d'eau). Celles-ci débutent par une réaction alcaline de 7,18 dans la roche altérée, et s'élèvent ensuite progressivement vers une faible acidité en passant par les valeurs 6,96, 6,83 et 6,66. Ces conditions physico-chimiques, résultant de l'équilibre entre les acides humique et carbonique produites par l'ancienne végétation et les bases libérées, expliquent assez

bien la marche de l'altération, et, en particulier, le maintien d'une partie de la silice et de la totalité de l'alumine. L'altération kaolinique que présentent les basaltes étudiés permet d'autre part de prévoir les caractères agronomiques principaux des sols de culture de cette origine, notamment en ce qui concerne la valeur de leur complexe absorbant et leur réserve minérale. Une conclusion d'ordre phytogéographique peut encore être tirée de ces constatations. La forêt miocène était une végétation de pays humide tempéré. Elle ne pouvait donner naissance à l'altération latéritique qui est la caractéristique des sols des régions tropicales.

GÉOLOGIE. — *Sur la faune sannoisienne de Péchelbronn.*
Note de Mlle **Suzette Gillet**, présentée par M. Charles Jacob.

L'examen de la faune des couches de base de la série oligocène de Péchelbronn, dont les niveaux connus depuis longtemps se poursuivent dans le Nord du pays de Bade, a donné les résultats suivants :

Un certain nombre d'espèces sont communes avec celle du Sannoisien du bassin du Rhône (Gard) (1) et du Sud de la Limagne, où s'étendait un lac annexe du lac rhodanien (2).

a. Dans la *zone dolomitique* et à la base des *couches de Péchelbronn inférieures*, on trouve *Potamides aporoschema* Font., qui caractérise, dans le Gard, la limite entre l'Éocène et l'Oligocène et existe sans doute aussi en Limagne.

b. Dans les *couches de Péchelbronn moyennes* : 1° les couches *Mytilus socialis* Braun contiennent *Tympanotonus submargaritaceum* Ludw. (Gard et Limagne).

2° Les *couches à Bryozoaires* contiennent *Melanoides Juliani* Dep. (Gard).

3° Les couches à Hydrobies ont fourni *Melanoides* (*Tarebia*) *trimargaritifera* Ludw., *M. vardinica* Font., *M. juliani* Dep., *M. fasciata* Sow., *M.* (*Jacquotia*) *apirospira* Font., *Nystia chasteli* Nyst, *N. plicata* Arch. et Vern., *Melanopsis romajencis* Font., *Melania albigensis* Noulet var. *dumasi* Font. (Limagne et Gard).

c. Dans les *couches de Péchelbronn supérieures*, on trouve la faune des

(1) F. Roman, *Bull. Soc. géol. Fr.*, 4e série, 10, 1910, p. 927.
(2) J. Giraud, *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, n° 87, 13, 1902, p. 372.

couches à Striatelles (³) du Gard et du Sud de la Limagne. Outre les espèces du niveau précédent, ce sont *Melanoides nysti* Nyst, *M.* (*Tarebia*) *barjacensis* Font. (espèce qui pullule dans l'horizon), *Melanopsis carinata*, *M. subulata* Sow., *M. acrolepta* Font., *M. mansiana* Noulet.

Au Sannoisien il existait donc des relations entre le lac rhénan et le lac sud-rhodanien. Ces relations, si souvent discutées, n'avaient pu être mises jusqu'à présent en évidence. Ébauchées à la base du Sannoisien, elles ont dû s'établir largement à la fin de l'étage pour cesser avec le Stampien, époque où le lac rhénan est, comme on le sait, envahi par des eaux marines venues de l'Est.

Il semble, en outre, que les Ostracodes des couches du Sannoisien de Péchelbronn puissent, comme les Foraminifères au Stampien, servir à délimiter des niveaux locaux :

1° Pour les *couches de Péchelbronn inférieures* semble caractéristique : *Cytherella muensteri* Roem.

2° Pour les *couches de Péchelbronn moyennes*, où les Ostracodes abondent (surtout dans les couches à Hydrobies), il faut citer : *Cytheridea debilis*, *C. tigula* Lienenkl., *Cytheridea torosa* Jones, avec ses variétés *muelleri* Muenster et *helvetica* Lienenkl., espèce prédominante, *Cythereis dubia* Lienenkl. (au même niveau en Bade), *Candona reptans*, *C. subaequalis* Jones, ainsi que trois espèces de toute petite taille non encore déterminées.

3° Dans les *couches de Péchelbronn supérieures* : *Cytheridea perforata*, *C. cuneata*, *Cytherella praesulcata* Lienenkl. prédominent.

Une étude plus approfondie de cette microfaune conduira certainement à des résultats intéressants.

PHYSIQUE TERRESTRE. — *Nouvelles preuves du rôle de l'échauffement progressif de la mer dans l'affaissement apparent des côtes septentrionales de l'Europe.* Note (¹) de M. **Jean Legrand**, présentée par M. Georges Perrier.

J'ai signalé (²) que l'affaissement apparent n'est pas localisé au littoral de la Mer du Nord ou de la Baltique, et peut être décelé à Brest entre 1863

(³) *Striatella* est un nom anciennement employé pour *Melanoides*.

(¹) Séance du 1er avril 1940.

(²) *Comptes rendus*, 207, 1938, p. 929-932.

et 1918. J'ajoute aujourd'hui que, s'il s'agit d'un phénomène à longue période, le renversement de la tendance n'est pas encore perceptible car, en dépit de fluctuations secondaires, le niveau moyen annuel a continué à monter de 1918 à 1936, ainsi qu'à Marseille et au Portugal.

J'ai proposé d'expliquer cette ascension par un réchauffement lent et prolongé des eaux littorales, vue basée sur le graphique synoptique construit par moi des moyennes chevauchantes par cinq années, soit du niveau moyen annuel (N.M.A.) à Brest, Le Helder, Ymuiden, aux ports allemands et à Bergen; soit de la température moyenne annuelle de la mer en surface au Terschelling Bank (T.S.M.). La corrélation entre N.M.A et T.S.M. apparaissait nettement sur un deuxième graphique consacré à la côte hollandaise de 1882 à 1913 ([3]).

A titre de vérification, j'ai dépouillé une longue suite d'observations norvégiennes des T.S.M., notamment à Torungen, sur le Skager Rack, et Utsire sur le parallèle d'Aberdeen. J'ai repris les données danoises (et non germaniques) de Horns Rev. Les moyennes par cinq années, en chevauchant, sont ascendantes et concordent avec celles de Terschelling. Les mêmes moyennes appliquées aux N.M.A d'Esbjerg au Danemark donnent un tracé parallèle à celui du Helder. Le tracé N.M.A. de Bergen est plus contrasté, et presque identique à celui de T.S.M. Torungen.

M. Cot m'ayant suggéré que le réchauffement de la mer devait être associé à un relèvement de la température moyenne annuelle de l'atmosphère des stations européennes à climat non continental, j'ai dépouillé à la Bibliothèque de l'Office national météorologique un grand nombre de statistiques, et je suis en mesure de montrer que les graphiques synoptiques des moyennes chevauchantes par cinq années des températures moyennes annuelles de l'air (T. A.), depuis Lisbonne jusqu'à Vardo en Arctique, diffèrent peu des graphiques T. S. M. pour les mêmes stations (exemple : Torungen), et accusent un réchauffement très net, surtout depuis 1888, et cela jusqu'en 1936 (moyenne quinquennale utilisant les données de 1938).

Si la tendance ascendante est générale, les fluctuations secondaires ne sont pas synchrones. Par exemple, les maxima des T. A. et T. S. M. (cinq années) en 1912, en Baltique et Mer du Nord, retrouvés à Brest et Paris (T. A.), en concordance avec N. M. A., Wilhelmshaven, Esbjerg, retardent sur N. M. A. Bergen et précèdent N. M. A. Brest et surtout Marseille.

([3]) Ces graphiques ont paru dans *Le Génie Civil*, **113**, 1938, p. 479.

Le gros maximum quinquennal des T. A. Lisbonne, Paris, Brest et même Le Helder en 1897, est écrêté sur T. S. M. Terschelling et neutralisé sur N. M. A. Brest, sans doute par une tendance contraire qui réagit sur le climat et détermine la baisse alors que N. M. A. Marseille continue à monter jusqu'à la moyenne quinquennale de 1902.

Il me paraît préférable de reprendre ailleurs au point de vue climatologique et sur les moyennes annuelles et non plus leurs moyennes quinquennales, l'étude de ces déphasages, ainsi que de déterminer si l'adoucissement des hivers coïncide avec l'ascension des moyennes quinquennales T. A.

Dans tous les cas, les très basses températures n'entrent pas en ligne de compte pour les tracés T. S. M., car j'ai dû choisir des stations où la mer ne gèle qu'exceptionnellement, pour obtenir des données sans lacunes.

Me cantonnant aujourd'hui dans l'analyse des causes des oscillations de longue période des N.M.A., en particulier à Brest et Marseille, il est toutefois nécessaire que j'insiste sur ce point que le réchauffement de la mer ne suffit pas généralement à rendre compte de l'amplitude de ces oscillations, comme le montre un calcul simple appliqué à une mer peu profonde : la mer du Nord. J'ai proposé d'admettre [1] que ces oscillations sont dues aux migrations de certaines masses d'eaux marines, différenciées, non seulement par leur température, mais par leur salinité.

La concordance des tracés T.S.M. et T.A. n'est donc pas une banale conséquence du réchauffement *in situ* des eaux de surface.

L'influence des courants d'eaux froides sur le climat littoral qu'elles atteignent est aussi effective en son genre que celle dite du Gulf Stream, et dans un cas comme dans l'autre, une dénivellation est nécessaire, quel que soit l'agent de l'énergie solaire qui l'a engendrée et l'itinéraire emprunté, en sorte que le rythme même de cette énergie n'est plus reconnaissable, sur les périodes plus longues que le cycle annuel des saisons.

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *Sur la perturbation magnétique du 24 mars 1940.* Note de MM. **Louis Eblé**, **Gaston Gibault** et **Émile Tabesse**, présentée par M. Charles Maurain.

Cette perturbation s'est produite en même temps que les troubles dans les communications qui ont été signalés en de nombreux pays et que des

(1) *Génie Civil*, loc. cit.

aurores polaires observées en des points du Globe où ce phénomène est exceptionnel. Quoique net, le début ne se présente pas sur les magnétogrammes enregistrés à Chambon-la-Forêt et à Nantes avec la brusquerie que l'on rencontre fréquemment; il s'est produit le 24 mars à 13^h48^m. L'agitation est devenue très intense et les écarts considérables à partir de 15^h30^m jusqu'à 2^h le 25. Les variations sont, dans cette période, extrêmement rapides : on en relève qui atteignent 1° en déclinaison, 0,00400 en intensité horizontale et 0,00100 en intensité verticale dans l'espace de 20 minutes. L'agitation change de caractère et les oscillations deviennent brusquement plus lentes le 25 à 11^h; elle persiste jusqu'au 26 à 3^h.

L'amplitude de la variation au cours de cet orage magnétique, relevée sur le magnétographe de Chambon, dépasse 1°40′ pour la déclinaison, 0,00750, soit 1/27 H pour la composante horizontale et 0,00350 pour la composante verticale; cette dernière valeur a certainement été notablement dépassée, le point lumineux étant sorti des limites de la feuille. Le magnétographe de Nantes, dont l'amplification est un peu plus faible, a enregistré les variations presque sans lacunes; il indique des amplitudes respectives de 1°36′, 0,00650 et 0,00460, cette dernière un peu inférieure à l'amplitude réelle qui a approché ainsi de 0,00500, soit environ 1/82 Z.

Ces écarts ont été rarement atteints dans nos régions; en particulier ils dépassent un peu ceux de la grande perturbation du 25 janvier 1938. L'amplitude de 2° en déclinaison ne s'est rencontrée que deux fois depuis l'origine des observations magnétiques organisées par Mascart : le 31 octobre 1903 et le 25 septembre 1909, où elle a atteint 3°; la composante horizontale variait ce jour-là de 1/20 de sa valeur. Dans presque tous les cas de perturbation exceptionnelle, il a été impossible d'évaluer la grandeur des variations de la composante verticale, la balance magnétique étant généralement déréglée dès ses premières oscillations; cependant on a pu observer, le 23 mars 1920, une amplitude de 1/64 Z, à laquelle ne correspondait que 1/58 H. Il semble donc que, si l'on considère à la fois la déclinaison et les deux composantes de l'intensité, l'on doive classer la perturbation du 24 mars 1940 comme la troisième depuis 1883, la plus violente étant celle du 25 septembre 1909, et la deuxième celle du 31 octobre 1903.

Une nouvelle perturbation a débuté brusquement le 29 mars à $16^h\,1^m$. Quoique moins forte que la précédente, elle présente encore une amplitude totale de 55′ pour la déclinaison, 0,00430 et 0,00330 pour les deux composantes horizontale et verticale au cours de la première journée. Cet orage a été remarquable par sa durée, qui s'est étendue sur 3 jours jusqu'au matin du 1er avril.

CYTOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Action, sur la mitose des Végétaux, de deux alcaloïdes puriques.* Note de M. **Adrien Gosselin**, présentée par M. Alexandre Guilliermond.

L'action de la caféine sur les cellules végétales paraît très mal connue. Il semble que Mainx ([1]) ait aperçu des anomalies mitotiques dans les poils de *Tradescantia pilosa* traités par cet alcaloïde, et Shigenaga ([2]) donne, de ces anomalies observées, *in vivo*, dans les jeunes pétales de *Tradescantia reflexa*, un tableau très sommaire et discutable. Au cours de nos recherches sur les Avoines canadiennes, nous avons essayé aussi la théophylline et la théobromine ([3]). Nous avons traité des plantules d'Avoine (*Avena sativa* L., var. *Anthonia* H. et G.) par des solutions à 1/1000e de ces alcaloïdes (racines plongeant dans la solution), expériences répétées sur des plantules de Pois (*Pisum sativum* L.); les traitements par les solutions actives ont été de 1 à 6 jours. La caféine et la théophylline agissent de la même manière. Nous pouvons résumer ainsi les principaux faits observés.

On remarque, d'abord, que la croissance des racines est progressivement ralentie, dès le début du traitement, et ne tarde pas à s'arrêter complètement, tandis qu'apparaît, dans la région subterminale d'allongement, une tuméfaction plus ou moins étendue, comparable à celle que présentent les racines traitées par la colchicine.

L'étude cytologique (fixateurs, Helly et Navachine; coloration, Feulgen ou hématoxyline ferrique) des racines traitées révèle des troubles de la division, très différents de ceux provoqués par la colchicine (pas de stathmocinèse).

Dès le début du traitement, on observe que le cloisonnement des cellules, après division nucléaire, n'a pas lieu ou n'a lieu que d'une manière incomplète; cependant, le fuseau, parfaitement visible, paraît normalement constitué; mais il semble que son fonctionnement, en tant que phragmoplaste, soit entravé ou inhibé : les deux noyaux-fils restent côte à côte dans la cellule incomplètement divisée ou indivise. Ces deux noyaux, ou l'un d'entre eux, peuvent, à leur tour, subir une mitose normale :

([1]) *Zool. Jahrb., Abt. f. Allg. Zool. u. Physiol. der Tiere,* 41, 1924, p. 553.

([2]) *Cytologia,* vol. Jubil. Fujii, 1937. p. 464.

([3]) En raison de sa très faible solubilité dans l'eau, la théobromine se prête mal aux expériences.

d'où la formation de cellules tri- ou quadrinucléées, ou même, après quelques jours de traitement, la présence de six noyaux. Lorsque deux noyaux entrent simultanément en mitose, dans le cadre exigu d'une cellule, il arrive que les deux figures mitotiques se confondent; d'où la formation d'une plaque équatoriale géante à $4n$ chromosomes; il semble même que des confusions peuvent se produire entre un nombre plus élevé de figures mitotiques. Quoi qu'il en soit, après quelques jours de traitement, on observe, fréquemment, dans le méristème, de ces figures métaphasiques extrêmement allongées, avec un fuseau *très étalé*, figures qui rappellent les métaphases géantes reproduites par Politzer ([4]). Dans de nombreux cas, les chromosomes alignés à l'équateur de ces vastes fuseaux ne sont pas dissociés : ils subissent, sur place, les transformations télophasiques, et des noyaux géants présentant, en coupe, un aspect vermiforme, sont ainsi reconstitués.

La division des noyaux, de dimension normale ou fusionnés, que peut contenir une cellule, n'est d'ailleurs pas toujours rigoureusement synchrone; on peut observer, dans l'intérieur d'une même cellule, un noyau dans lequel les transformations prophasiques commencent à peine, tandis que l'autre noyau se trouve manifestement en fin de prophase; plus rarement, on peut voir que l'un des noyaux est en prophase, tandis que l'autre est en métaphase ou même en anaphase. Enfin, de nombreuses cellules méristématiques contiennent des micronoyaux; les uns, de structure normale, paraissent dériver d'un bourgeonnement nucléaire; d'autres, colorés d'une manière uniforme par la méthode de Feulgen et présentant l'aspect de gouttes pycnotiques, pourraient correspondre à des noyaux dégénérescents.

Les ébauches radicellaires présentent les mêmes phénomènes que les méristèmes apicaux, mais avec une plus grande intensité. Vis-à-vis de la caféine, comme vis-à-vis de la colchicine [Mangenot ([5])], les ébauches radicellaires se révèlent beaucoup plus sensibles à l'agent toxique que le méristème initial lui-même. On observe, dans les ébauches radicellaires, des noyaux géants (jusqu'à 90^{μ} de grand axe chez l'Avoine dont les noyaux normaux n'excèdent pas $10\text{-}12^{\mu}$), accompagnés de micronoyaux en nombre plus ou moins élevé; lorsqu'un de ces grands noyaux entre en division, il arrive que les processus prophasiques s'y déroulent sans

---

([4]) *Protoplasma Monogr.*, 7, 1934, p. 83.
([5]) *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 1105.

synchronisme, comme on l'a remarqué dans les noyaux géants des ébauches radicellaires colchicinées.

Parmi les effets ainsi produits par la caféine et la théophylline, on retrouve ceux que Simonet et Guinochet considèrent comme caractéristiques du type paradichlorobenzénique ([6]). Nous pouvons assurer, après étude comparative, que, malgré certaines convergences finales (formation de noyaux géants), ils sont extrêmement différents de ceux produits par les agents de stathmocinèse (colchicine; arsenicaux); la tuméfaction de la zone subterminale d'allongement n'est elle-même qu'un syndrome pouvant traduire l'action de substances très diverses dont les effets cytologiques ne sont pas les mêmes. Nous croyons que, sans une étude précise et complète des divers troubles produits par les substances agissant sur la division des cellules, étude qui, pour certaines de ces substances, au moins, est loin d'être faite, toute considération d'ordre pharmacodynamique est prématurée.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur le mécanisme de la stimulation mutuelle des grains de pollen germant en collectivité.* Note de M. **Roberto Savelli**, présentée par M. Marin Molliard.

L'explication la plus simple de l'excitation mutuelle entre grains de pollen germant ensemble en espace limité serait d'admettre la diffusion dans ce milieu d'une substance stimulant la croissance, qu'elle se trouve préalablement renfermée dans les grains, ou qu'elle se produise pendant la germination, ou enfin qu'elle soit engendrée en tant que nécrohormone par les quelques grains qui sont en voie de disparition (ce qui arrive toujours dans une culture un peu nombreuse ou sur le stigmate). On peut même penser tout simplement que la stimulation provient de quelque facteur physique ou chimique dû à l'intensité respiratoire, évidemment plus grande dans une collectivité riche. Dans ce cas, comme dans l'hypothèse d'une sécrétion d'auxine, le facteur actif devrait avoir un rôle général dépourvu de toute spécificité. Fixons notre attention sur ce dernier point : nous pouvons trancher la question d'une manière nette par un essai qui, tout simple qu'il est, ne nous semble pas moins revêtir la valeur d'un véritable *experimentum crucis*. Il s'agit d'étudier le comportement d'une

---

([6]) *C. R. Soc. Biol.*, **130**, 1939, p. 1057; **131**, 1939, p. 222.

collectivité mixte, c'est-à-dire composée de deux espèces de pollen différentes, toutes deux capables de ressentir l'effet de collectivité. Elles seront mélangées *en quantités très différentes* : si les grains de pollen de l'espèce A, clairsemés parmi la grande masse de pollen B, se comportent *comme dans une collectivité riche*, cela signifie alors qu'ils ressentent toute l'influence de la masse germante B, comme si elle était de leur même espèce, et que cette masse agit donc par des facteurs non spécifiques. Si, au contraire, les grains A se comportent comme s'ils existaient seuls, comme si la masse de pollen B n'existait pas, autrement dit si chaque collectivité partielle se manifeste comme autonome, au sein de la collectivité mixte, alors il faut écarter toute hypothèse d'un facteur général de stimulation, tel que le serait, par exemple, le dégagement des produits de la respiration. Notre expérience, d'une exécution moins facile qu'on ne le croirait, mène à un résultat net : il faut renoncer à l'idée d'une stimulation générale, et par là-même à toute hypothèse trop simple.

Passons donc aux détails de l'exécution. Beaucoup d'espèces de pollen, même d'abord bien différentes, finissent (après gonflement et germination) par ne plus permettre à l'œil de les reconnaître, lorsqu'elles sont mélangées; et c'est là un fâcheux facteur limitant les possibilités expérimentales : tel est le cas, par exemple, de *Leonotis leonurus* vis-à-vis de *Nicotiana*. Et lorsqu'on a trouvé deux pollens assez différents pour éviter cette difficulté, peut-être auront-ils des exigences différentes quant au milieu de culture. Ainsi *Nicotiana* préfère les solutions de lactose, tandis que *Gliadiolus tristis* préfère le saccharose. Toutefois il y a des variétés de *N. Tabacum*, telles que *Fumo de S. Paulo* et la v. *fruticosa* (=*N. chinensis*), qui germent très bien dans le saccharose à 20 %, ce qui permet de les associer en collectivités mixtes avec *Gladiolus tristis*, qui peut s'associer, d'autre part, à *Leonotis leonurus*. Les collectivités de 1000-1500 grains de pollen de *Gl. tristis* dans une goutte nourricière, du volume que nous employons d'habitude, donnent environ 70 % de germination, avec des tubes qui atteignent même 960$^{\mu}$. Si ces 1500 grains de pollen sont répartis entre 30-40 gouttes nourricières, le pourcentage de germination tombe à 20 %, et les tubes atteignent bien rarement des maxima de à peine 100$^{\mu}$. L'expérience comparative en collectivité mixte est délicate, vu la variabilité physiologique du pollen, même tiré d'une seule fleur. Il faut, en général, que la collectivité mixte résulte de l'association bien intime de deux collectivités partielles numériquement bien différentes : par exemple, 30 grains de *Gl. tristis*, contre 3000 de *N. Tab.* v. *chinensis*. Préparons 20

ou 30 de ces expériences : nous verrons que, dans tous les cas, la présence d'environ 3000 tubes polliniques très longs de *Nicotiana*, leurs produits de sécrétion, leur activité respiratoire, n'ont pas le moindre effet stimulant sur *Gladiolus;* dans la plupart des cas la germination de *Gladiolus* n'a pas même été déclenchée; et, dans les autres cas, de rares tubes ne dépassent pas 80$^{\mu}$, tout comme dans les témoins sans *Nicotiana*. L'expérience inverse, c'est-à-dire 40-50 grains de *Nicotiana*, dans une grande masse de *Gladiolus*, donne les mêmes résultats : seuls les grains de *Gladiolus* germent beaucoup, et *Nicotiana* ne germe que dans la faible mesure qui correspond à sa collectivité, si elle était seule. De même, 10-20 grains de pollen de *Leonotis leonurus* ne germent point du tout, même entourés de 1500 grains de *Gladiolus;* et une association de 500 grains d'une espèce et 500 de l'autre donne une germination également médiocre pour l'une et pour l'autre; c'est dire que les actions des deux masses ne sont pas additives. Ne généralisons pas : il se peut très bien qu'on découvre des couples de pollen capables d'échanger des influences stimulantes ou même inhibitrices, mais ici il nous suffit d'une seule expérience bien faite pour écarter les hypothèses trop simples et commodes que nous avions nous-même tout d'abord formulées.

EMBRYOGÉNIE VÉGÉTALE. — *Embryogénie des Myrtacées. Développement de l'embryon chez le* Myrtus communis *L.* Note de M. **René Souèges**, présentée par M. Pierre-Augustin Dangeard.

Il se constitue, chez le *Myrtus communis*, une tétrade régulière en T (*fig.* 4), par division transversale de la cellule basale (*fig.* 2) et segmentation verticale de la cellule apicale du proembryon bicellulaire (*fig.* 1). A la génération suivante, l'élément inférieur de cette tétrade se divise transversalement; les deux cellules supérieures juxtaposées prennent une cloison à peu près méridienne pour donner quatre quadrants, disposés dans un plan horizontal, et l'élément intermédiaire, *m*, se partage, soit longitudinalement (*fig.* 7), soit transversalement (*fig.* 6 et 8). Ces deux derniers modes de segmentation font apparaître des formes octocellulaires, présentant les unes quatre (*fig.* 7), les autres cinq étages (*fig.* 8).

Aux dépens des quadrants se différencient quatre octants supérieurs, *l*, et quatre octants inférieurs, *l'* (*fig.* 9 et 10). Mais les parois qui président à ces différenciations sont diversement orientées, parfois nettement transversales, le plus souvent obliques (*fig.* 9 à 12). Il en résulte que les octants ne se montrent pas toujours distinctement

disposés en deux étages de quatre. D'autre part, dans les octants, les parois de segmentation sont également irrégulièrement disposées, de sorte que les blastomères qu'elles séparent offrent, dans les coupes, des formes et des dimensions fort variables (*fig.* 11 à 18). Passé certains stades (*fig.* 19 et s.), on ne peut déterminer l'origine

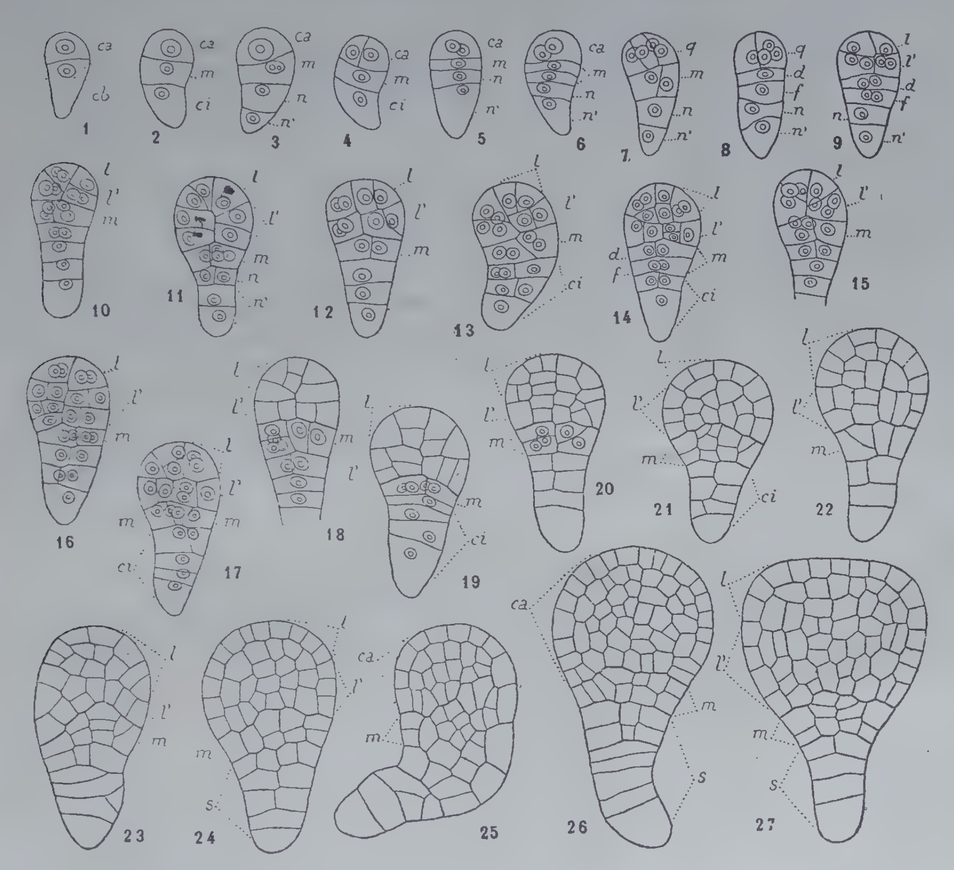


Fig. 1 à 27. — *Myrtus communis* L. — Les principaux termes du développement de l'embryon. *ca* et *cb*, cellule apicale et cellule basale du proembryon bicellulaire; *m*, cellule intermédiaire de la tétrade ou massif cellulaire qui en dérive; *ci*, cellule inférieure de la tétrade ou groupe cellulaire qui en résulte; *d* et *f*, cellules filles superposées de *m*; *n* et *n'*, cellules filles superposées de *ci*; *q*, quadrants; *l*, octants supérieurs ou partie cotylée; *l'*, octants inférieurs ou partie hypocotylée; *s*, suspenseur. G. = 530.

exacte des blastomères engendrés. Ceux qui proviennent de *l* donnent incontestablement naissance à la partie cotylée (*fig.* 22 à 27); ceux qui tirent origine de *l'* produisent de toute évidence la partie hypocotylée. Quand les protubérances cotylédonaires commencent à se former (*fig.* 27), aucune différenciation nette ne se distingue à l'intérieur du corps embryonnaire; seul l'épiderme apparaît individualisé.

Les deux cellules juxtaposées, issues de *m*, dans le proembryon octocellulaire à quatre étages, produisent, par divisions à peu près méridiennes, quatre cellules

circumaxiales (*fig.* 11, 13, 15 à 17); puis, par cloisons verticales, transversales ou obliques, un massif cellulaire qui se comporte comme une hypophyse véritable, fournissant les initiales de l'écorce au sommet radiculaire et le primordium de la coiffe (*fig.* 21 à 27). Les deux cellules superposées, *d* et *f*, issues de *m* dans le proembryon octocellulaire à cinq étages, peuvent contribuer à la construction de l'hypophyse; mais, le plus souvent, seule la cellule *d*, se comportant comme sa mère dans les formes dérivées du proembryon octocellulaire à quatre étages, donne naissance au tissu hypophysaire; sa sœur *f*, avec les éléments produits par l'élément *ci* de la tétrade, entre alors dans la construction d'un suspenseur *sensu stricto*, court, n'offrant aucune différenciation spéciale.

L'embryon du *Myrtus communis* présente les plus étroits rapports avec celui des Renonculacées. Les lois du développement sont, dans les deux cas, fondamentalement les mêmes. Les descriptions et les figures que j'ai naguère données au sujet de cette dernière famille ([1]) pourront aider à comprendre, si l'on veut bien s'y reporter, tous les détails de construction des formes, la plupart irrégulières et complexes, du *Myrtus communis*. Chez le *Myosurus minimus* et les *Ranunculus*, on rencontre généralement la forme octocellulaire à quatre étages; chez les *Clematis*, c'est la forme à cinq étages qui s'observe le plus souvent.

GÉNÉTIQUE. — *Nouvelles recherches sur la monogénie et son hérédité chez* Armadillidium vulgare *Latr.* (*Isopodes terrestres*). Note de M. **Albert Vandel**, présentée par M. Maurice Caullery.

Les recherches de H. W. Howard ([1]) et les miennes ([2]) ont établi l'existence, chez l'Isopode terrestre *Armadillidium vulgare* Latr., du phénomène de la *monogénie*, c'est-à-dire la production, par une femelle, d'individus tous, ou en majorité, du même sexe. Certaines femelles, dites *arrhénogènes*, donnent exclusivement, ou en majorité, des mâles; d'autres, dites *thélygènes*, engendrent exclusivement, ou en majorité, des femelles. La poursuite et l'extension de mes élevages m'ont permis de mettre en évidence de nouveaux faits relatifs à la monogénie. Les deux principaux sont les suivants :

([1]) R. Souèges, *Bull. Soc. bot. Fr.*, 57, 1910, p. 242 et 267; 58, 1911, p. 128, 542, 629 et 718; 59, 1912, p. 23; 60, 1913, p. 150, 237, 283, 506, 542 et 615.

([1]) *Nature*, 142, 1938, p. 1038.

([2]) *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 1050-1052.

1° J'avais admis, dans une précédente Note (³), que les femelles d'*Armadillidium vulgare* se répartissent, comme celles de *Trichoniscus provisorius* [Vandel (⁴)], en femelles *monogènes*, donnant une descendance en totalité, ou en majorité, d'un seul sexe, et en femelles *amphogènes*, engendrant les deux sexes à égalité. Cette conclusion reposait sur l'examen de la descendance engendrée par 15 femelles, au cours de l'été 1938. J'avais admis que 7 d'entre elles représentaient des femelles amphogènes. L'examen de la descendance engendrée par ces 7 femelles, au cours de l'été 1939, m'a montré qu'elles ne pouvaient être considérées comme des femelles amphogènes; toutes ont présenté, la seconde année, des caractères indéniables d'arrhénogénie. D'autre part, 7 nouvelles femelles, mises en élevage en 1939, se sont révélées toutes monogènes. Au total, 22 femelles (ayant donné jusqu'ici une descendance de 5417 individus) *se sont toutes montrées monogènes*. Le caractère monogène de la descendance est plus ou moins fortement marqué, suivant les femelles; la proportion de descendants mâles, donnée par les femelles arrhénogènes, varie de 60 à 100 %, et celle donnée par les femelles thélygènes, de 40 à 2 %. Mais aucune des femelles étudiées ne peut être considérée comme une véritable amphogène.

D'autre part, sur les 11 femelles étudiées par Howard (⁴), une seule paraît être amphogène. Les femelles d'*Armadillidium vulgare* semblent donc appartenir toutes, ou à peu près toutes, au type monogène. Si des femelles vraiment amphogènes existent, elles doivent être fort rares. Cette constatation prend tout son intérêt lorsqu'on la rapproche des conditions offertes par *Trichoniscus provisorius*: dans cette dernière espèce, la proportion de femelles monogènes est bien inférieure à celle des femelles amphogènes [22 % de femelles monogènes; Vandel (³)]. Si l'on se rappelle que le genre *Trichoniscus* appartient aux Oniscides inférieurs, tandis qu'*Armadillidium* est l'un des types d'Oniscides les plus spécialisés que nous connaissions, on doit en conclure *que la fréquence de la monogénie s'est accrue parallèlement à la spécialisation du groupe*.

2° L'examen de la descendance (2063 individus) des fils et des filles engendrés, en 1938, par les femelles originelles, a permis d'établir le mode d'hérédité de la monogénie, chez *Armadillidium vulgare*. Howard (⁴) pense que le père intervient pour déterminer le type (arrhénogène ou thélygène) auquel appartiennent les filles. Contrairement au généticien anglais, j'ai

---

(³) *Bull. Biol. France-Belgique*, 72, 1938, p. 147-186.

(⁴) *Nature*, 144, 1939, p. 979.

constaté que l'hérédité de la monogénie suit, chez *Armadillidium*, les mêmes règles que chez *Trichoniscus* [Vandel ([3])], à savoir que les différents types monogènes (arrénogène, thélygène, allélogène) se trouvent sous la dépendance exclusive de la femelle, et que leur hérédité suit les règles de l'hérédité maternelle ou cytoplasmique; le mâle ne semble exercer aucune action sur leur répartition.

Toutes les femelles exceptionnelles, filles de femelles arrhénogènes, dont j'ai poursuivi l'étude (au total 10), se sont montrées arrhénogènes, comme leurs mères (sauf une qui s'est révélée allélogène). Les femelles thélygènes engendrent des filles qui sont en majorité thélygènes; cependant, chez quelques-unes, le type s'inverse et devient arrhénogène (sur 16 femelles, filles de mères thélygènes, 11 se sont montrées thélygènes et 5 arrhénogènes). Cette inversion du type ne saurait être considérée comme relevant de l'influence du mâle. En effet, des femelles sœurs (ayant donc le même père), accouplées à des mâles prélevés dans la même portée, se sont montrées les unes thélygènes, les autres arrhénogènes. Inversement, des femelles accouplées, les unes à des mâles exclusifs (issus de femelles arrhénogènes), les autres à des mâles exceptionnels (issus de femelles thélygènes), se sont toutes montrées thélygènes, comme leur mère. Ces résultats prouvent que ni le père, ni le conjoint n'interviennent pour déterminer le type de la descendance des femelles monogènes. Celui-ci se trouve sous la dépendance exclusive de la femelle, et suit le mode de l'hérédité cytoplasmique.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur les précurseurs physiologiques de l'adrénaline.* Note ([1]) de Mlle **André Vinet**, présentée par M. Maurice Javillier.

Depuis longtemps l'on a envisagé que l'adrénaline serait élaborée par l'organisme animal à partir de la tyrosine ou de la phénylalanine. La parenté des formules de ces corps et l'analogie avec le mode vraisemblable de formation d'autres alcaloïdes conduisaient déjà à une telle hypothèse de travail. C'est ainsi que Schuler, Bernhardt et Reindel ([2]) ont décarboxylé la tyrosine par des purées de reins, obtenant ainsi la tyramine, premier intermédiaire de cette transformation. Sur la tyramine,

([1]) Séance du 1er avril 1940.
([2]) *Z. f. Phys. Chem.*, 243, 1936, p. 90.

Schuler et Wiedmann ([3]), faisant agir du tissu broyé de surrénales, ont obtenu une production d'adrénaline. Devine ([4]) a constaté cette même formation en partant de la phényléthylamine.

Bien avant de connaître le travail tout récent de Devine, j'avais entrepris l'étude des précurseurs possibles de l'adrénaline, mais en m'adressant à deux corps plus voisins chimiquement de cette hormone, possédant déjà deux oxydriles phénoliques, la 3.4-dioxyphénylalanine et la 3.4-dioxyphényléthylamine

$CH^2-CH(NH^2)-COOH$ (noyau benzénique, $-OH$, OH) $\xrightarrow{\text{décarboxylation}}$ $CH^2-CH^2-NH^2$ (noyau benzénique, $-OH$, OH) $\xrightarrow{\text{méthylation et oxydation}}$ $CHOH-CH^2-N<^{H}_{CH^3}$ (noyau benzénique, $-OH$, OH)

La difficulté était de pouvoir, de façon sûre, identifier et même doser l'adrénaline au sein de ses mélanges avec la dioxyphénylalanine et la dioxyphényléthylamine. Sans doute ces corps n'ont-ils précisément pas été essayés faute de méthode analytique satisfaisante.

Aussi est-ce ce problème qui m'a d'abord préoccupée. En étudiant la réaction au bichlorure de mercure ([5]) et en me servant pour les mesures colorimétriques de l'électrophotomètre ([6]), j'ai remarqué que ces trois corps donnent bien une réaction colorée, mais qu'il est cependant possible de les distinguer. En effet, les réactions ne se développent pas avec la même intensité et les mêmes caractères cinétiques; de plus, les différences de coloration obtenues se traduisent à l'électrophotomètre par un rapport constant des absorptions mesurées avec les écrans vert et bleu de l'appareil, caractéristique de chaque corps.

En possession de cette méthode analytique, j'ai essayé de réaliser la décarboxylation biologique de la dioxyphénylalanine par deux voies. Je me suis d'abord adressée au *Bacterium coli* comme agent décarboxylant, en opérant suivant la technique de Sasaki ([7]) : milieu de culture à pH 5,5

([3]) *Z. f. Phys. Chem.*, **233**, 1935, p. 235.
([4]) *Bioch. Journ.*, **34**, 1940, p. 21.
([5]) O. Bailly, *J. Pharm. et Chim.*, **30**, 1924, p. 404.
([6]) P. Meunier, *Bull. Soc. Chim. Biol.*, **19**, 1937, p. 113.
([7]) *Bioch. Z.*, **429**, 1914, p. 59.

stérilisé à 120°, action du *B. coli* pendant 20 jours à 37°. J'ai pu ainsi, avec un rendement d'environ 50 %, constater la formation de dioxyphényléthylamine. J'ai obtenu le même résultat en faisant agir au bain-marie à 37° pendant 3 heures sur une solution de dioxyphénylalanine des fragments de reins de cobayes récemment tués.

Encouragée par ces résultats, j'ai pensé obtenir une production d'adrénaline en mettant en contact, dans des conditions analogues aux précédentes, du tissu broyé de surrénales fraîches avec du chlorhydrate de dioxyphényléthylamine. J'ai fait agir séparément les parties médullaire et corticale. J'ai toujours obtenu une formation d'adrénaline avec la médullaire et jamais avec la corticale. De plus, contrairement à une observation de Schuler et Wiedmann (*loc. cit.*), je n'ai pas constaté de formation d'adrénaline en ajoutant de la tyramine. La dioxyphénylalanine n'a, de même, subi aucune transformation par macération en présence de tissu médullaire de surrénales; *in vitro*, tout au moins, la décarboxylation ne s'effectue pas sous l'action du même organe.

Conclusions. — Dans l'élaboration physiologique de l'adrénaline à partir de la dioxyphénylalanine, il y a lieu d'envisager deux phases :

1° une décarboxylation; 2° une méthylation avec oxydation de la chaîne latérale. Ces deux transformations ont été réalisées par voie biologique, la seconde devant s'effectuer aisément dans la partie médullaire des surrénales comme, *in vitro*, dans mes expériences. Une technique analytique nouvelle m'a permis de caractériser et doser l'adrénaline en présence de ses éventuels précurseurs dihydroxylés. Le schéma de la filiation envisagée acquiert désormais un caractère de grande probabilité.

La séance est levée à 15h30m.

A. Lx.

ERRATA.

—

(Séance du 5 février 1940.)

Note de M. *Pierre Despujols*, Sur les réactions élastiques des terrains :

Page 208, formules (3), *au lieu de*

$$u = \frac{\pi}{4} - \frac{1}{2}\,\text{arc tang}\,\frac{y}{x} - \frac{\lambda + 2\mu}{2\mu}\,\frac{xy}{r^2}, \qquad v = \frac{\lambda + 2\mu}{2\mu}\left(\log r - \frac{y^2}{r^2}\right),$$

lire

$$u = \frac{\pi}{4} - \frac{1}{2}\,\text{arc tang}\,\frac{y}{x} - \frac{\lambda + \mu}{2\mu}\,\frac{xy}{r^2}, \qquad v = \frac{\lambda + 2\mu}{2\mu}\log\frac{r}{r_0} - \frac{\lambda + \mu}{2\mu}\,\frac{y^2}{r^2}.$$

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus pendant les séances de mars 1940.

The Rothamsted Memoirs on Agricultural Science. Vol. XXII. 1937-1939. St-Albans, Gibbs et Bamforth, 1939; 1 vol. 26^{cm}.

Johan Carl Wilcke. Experimental-Fysiker, par C. W. Oseen. Uppsala, Almquist et Wiksells Boktryckeri-A.-B., 1939; 1 vol. 26^{cm}, 5.

Connaissances des Temps ou des mouvements célestes à l'usage des astronomes et des navigateurs pour l'an 1941, publié par le Bureau des Longitudes. Paris, Gauthier-Villars, 1939; 1 vol. 25^{cm}.

Manuel de géographie. Syrie, Liban et Proche-Orient. Première partie. *La péninsule arabique,* par Louis Dubertret et J. Weulersse. Beyrouth, Imprimerie catholique, 1940; 1 vol. 25^{cm},5 (présenté par M. E. de Margerie).

Annales de l'Institut océanographique. Nouvelle série. Tome XX. Fascicule 2. *Observations océanographiques de surface dans l'Océan Atlantique et en Méditerranée,* par Jules Rouch. Paris, Masson et Cie, 1940; 1 fasc. 28 ^{cm}.

Monographies de l'Institut Pasteur. Manuel de classification et de détermination des bactéries anaérobies, par André R. Prévot. Paris, Masson et Cie, 1940; 1 vol. 25^{cm},5 (présenté par M. L. Martin).

La chimie mathématique. Volume V. Contributions à la théorie des électrolytes forts, par I. Prigogine. Paris, Gauthier-Villars, 1939; 1 vol. 25^{cm}.

La faune de France, en tableaux synoptiques illustrés. Tome VII. *Hyménoptères,* par Lucien Berland. Paris, Librairie Delagrave, 1940; 1 vol. 21^{cm} (présenté par M. L. Bouvier).

Une grande famille de savants. *Les Brongniart,* par Louis de Launay. Paris, Librairie G. Rapilly et Fils, 1940; 1 vol. 24^{cm} (présenté par M. F. Grandjean).

Actualités scientifiques et industrielles, 742 et 743. Cytologie et cytophysiologie végétales. IV. *Introduction à l'étude de la cytologie,* par Alexandre Guilliermond. Deuxième et troisième parties. Paris, Hermann et Cie, 1938; 2 vol. 25^{cm}.

Les métaux légers et leurs alliages. Tome II. Première et deuxième parties, par Léon Guillet. Paris, Dunod, 1940; 2 vol. 25^{cm}.

25e *anniversaire de la Société de chimie biologique* (1914-1939). Plaquette éditée par René Fabre et René Truhaut. Paris, Masson et Cie, s. d.; 1 vol. 24^{cm},5 (présenté par M. G. Bertrand).

Résultats des campagnes scientifiques du Prince de Monaco, Fascicule CII. *Sur des Amphipodes hypérides provenant des croisières du Prince Albert I*^{er} *de Monaco,* par Jean M. Pirlot. Imprimerie de Monaco, 1939; 1 vol. 36^{cm} (présenté par M. P. Portier).